

REMARKS

1. The examiner has requested that applicants reword the claims to make them more readable. In particular, the examiner states: "The (1), (2), and (3) notations do not seem to be necessary. Further, the notation used to describe the composition of claim 24 is ambiguous."

By the present amendment applicants have reworded the claims to make them more readable. Their revision has removed "the (1), (2), and (3) notations," as well as some of the notations used to describe the composition of claim 24, as particularly requested by the examiner. As a result of this amendment, the claims are now clearly in consonance with 35 USC § 112, second paragraph, and applicants request that the examiner's objections be withdrawn.

2. Claim 36 has been rejected under 35 USC § 112, first paragraph, as lacking antecedent basis in the specification for "a laminate comprising a back coating applied to a polyamide or polyamide blend substrate." Applicants point out that claim 36 recites a shaped laminated sheet or film as defined in claim 25 which has been backsprayed or back-cast. Claim 25 adds to the structure of claim 24 an interlayer between the top layer and the substrate layer. These structures are presented in the specification at page 29, line 22 to page 31, line 6, where complete written description and enablement language are set forth. Accordingly, applicants request that the rejection of claim 36 under 35 USC § 112, first paragraph, be withdrawn.

3. Claims 27 and 32 stand rejected under 35 USC § 102(b) as being anticipated by Ellison for reasons of record.

Claim 28 stands rejected under 35 USC § 103(a) as being unpatentable over Ellison.

For reasons stated in the record, the examiner has maintained the following rejections:

Claims 24, 26, 29, 31, 34, 35 and 37 stand rejected as obvious over Ellison in view of Fischer.

Claims 25, 33, 36 and 38 stand rejected as obvious over Ellison in view of Fischer.

Claim 30 stands rejected as obvious over Ellison in view of Fischer.

Claim 30 stands rejected as obvious over Ellison in view of Fischer, and further in view of Leca.

In a further response to all of these rejections, especially in view of the examiner's "Response to Arguments" on pages 4-5 of the final office action, applicants present the following for clarification of their position. Because the Ellison reference is the basis of all rejections maintained by the examiner, its disclosure and teachings are of utmost significance. As is understood by the skilled artisan, the disclosure of Ellison relates to injection molded plastic articles having an integral, weatherable, pigmented film surface. Ellison's films are substantially molecularly unoriented cast films. These are clearly understood by the skilled artisan to be liquid cast films, and not melt cast

films or films formed by melt extrusion. See esp. col. 4, lines 1-4 of Ellison. These liquid cast films are therefore entirely different from the films defined by the instant claims, which are recited as being formed by melt extrusion.

When taken as a whole for what it reasonably teaches, Ellison does not teach, suggest or provide any motivation to the skilled artisan to employ (co)extruded layers in forming laminated sheets or films, which (co)extruded layers are not considered by the skilled artisan as equivalent to liquid case layers.

In responding to applicants' argument that their claimed (co)extruded films are inherently oriented, the examiner has cited U.S. 5,688,449 (Fox), which the examiner contends contains teachings that extruded films may be oriented or non-oriented. In particular, reference is made to col. 4, lines 51-64 of Fox:

It is noted that, if flexible plastic film is being manufactured, the film may be as a heat-shrinkable "oriented" film or may be made as a non-heat shrinkable "non-oriented" film by well known extrusion methods.

Thus, in this reference, the terms "oriented" and "non-oriented" are used to describe heat-shrinkable and non-heat-shrinkable films. Heat-shrinkable films typically show linear shrinking values of 10 to 30% and are prepared by cold-drawing the films. During cold-drawing the crystallites in the polymer are oriented, and upon heating of this oriented film, the polymer relaxes back into the unoriented state and thus shrinks. Thus, heat-shrinkable films are specifically prepared by first forming a film and then cold-drawing the film. This leads to a high orientation, corresponding to a high

relaxation upon heating of the film.

The non-heat-shrinkable films are described as "non-oriented" since they have not been cold-drawn after having been prepared by normal extrusion methods. Thus, the term "non-oriented" according to Fox only means that these films are not cold-drawn to further increase the orientation in order to arrive at heat-shrinkable films which show high degrees of shrinking. However, this does not mean that extruded films are non-oriented, as is understood by the skilled artisan.

On the contrary, it is generally known to the skilled artisan that by extruding polymers into films as orientation is induced in the polymers. This orientation may only partly relax after leaving the extrusion die, so that some orientation remains in the "normally" extruded polymer films. Thus, all extruded polymer films show some degree of shrinking upon heating, because of the orientation introduced by the extrusion process.

This is evident from a general textbook of polymer extrusion techniques, "Handbuck der Kunststoff-Extrusionstechnik," Band 2, 1986/1989, Carl-Hanser-Verlag, Section 7, especially Section 7.3.4 on pages 205-206 (a copy is attached hereto as ATTACHMENT A). This section relates to the extrusion of polymer films or sheets having a thickness of from 0.5 to 10 mm. See esp. page 205, last paragraph, especially the lines underlined in red and marked with an asterisk. The English translation reads:

Picture 16 shows the shrinkage induces in the product sheets by film extrusion of films or sheets having a thickness of from 0.5 to 10 mm. The production amounts are indicated as well (kg/h).

Fig. 16 on page 206 relates to the longitudinal shrinkage of films and sheets, prepared in a film extrusion means. Line a relates to ABS polymer sheets. The longitudinal shrinkage in % is on the Y axis, whereas the film or sheet thickness in mm is on the X axis. As it is evident from Fig. 16, the longitudinal shrinkage is always at least 2% for polymers, as is evidenced by ABS, PSB, hard PVC, ABS/PVC copolymer and soft PVC. See the lines a to e.

The same information can be taken from the book "Molekülorientierungen in Kunststoffen und deren gezielte Nutzung," issued by the RWTH Aachen (an excerpt therefrom is enclosed herewith as ATTACHMENT B). This reference relates to "molecule orientations in polymers and their specific use." The first paragraph of section 4 is translated as follows:

The physical properties of plastomer products are influenced mainly by the orientation state of the macromolecules. Due to microscopic orientations an anisotropy of the material properties is induced which is important for technical applications. This phenomenon is very impressively shown by the properties shrinkage and tear strength and elongation at break of extrusion products.

Following is a translation of the middle paragraph 2 of section 4 (lines underlined in red and marked with an asterisk):

Practically in all polymer processing steps in which the polymers are melted and molded, molecule orientations are induced. They can partly relax afterwards depending on the processing temperature, and they are

frozen in the molding when the temperature is lower than the softening temperature.

From this reference it is also evident that polymers are at least partly oriented by extrusion process.

According, the examiner has misunderstood the teaching of Fox, esp. col. 4, lines 51-64, as polymers are always oriented under extrusion conditions.

Thus, in Fox, the term "non-oriented" film is used to show the difference between heat-shrinkable and non-heat-shrinkable films, wherein the term heat-shrinkable film is normally not employed for extruded but not cold-drawn polymer films. For technical heat-shrinkable films the degree of orientation must be higher, as already indicated above.

Accordingly, the term "(co)extruded" in the present claims indicates to the skilled artisan that the polymer films are oriented. Thus, the instant claims are distinguished from the prior art based on product characteristics and properties (orientation), and not by comparing the processes for making the products, since the processes inherently produce significantly different product characteristics and properties: The liquid casting of films leads to totally unoriented films, since the films are not melted and melt processes or molded. On the other hand, the extrusion products according to the present invention are oriented products, because of the extrusion step, which always induces orientation in the products.

The properties and characteristics of applicants' (co)extruded products, which

GREFENSTEIN et al., Serial No. 08/987,775

are part of the instantly claimed subject matter as a whole under 35 USC § 103(a) (see *In re Antonie*, 559 F.2d 618, 195 USPQ 6 (CCPA 1977) and *In re Wright*, 848 F.2d 1216, 6 USPQ2d 1959 (Fed. Cir. 1988), overruled on other grounds in *In re Dillon*, 16 USPQ2d 1897 (Fed. Cri. 1990) (*en banc*) are discussed and contrasted with the properties and characteristics of Ellison's products on pages 11-13 of applicants' amendment mailed February 15, 2000. These properties and characteristics of applicants' claimed products are nowhere disclosed or suggested in Ellison or in any of the cited references applied in combination with Ellison. Applicants therefore maintain that the instant invention as claimed is free of the cited prior art.


#### CONCLUSION

In view of the above amendments and remarks, applicants submit that the instant application is in condition for allowance.

Early action to this end is requested.

Please charge any shortage in fees due in connection with the filing of this paper, including Extension of Time fees to Deposit Account No. 11-0345. Please credit any excess fees to such deposit account.

Respectfully submitted,  
KEIL & WEINKAUF

  
George F. Helfrich  
Reg. No. 22,350

1101 Connecticut Ave., N.W.  
Washington, D.C. 20036  
(202)659-0100

GFH/kas

**VERSION WITH MARKINGS TO SHOW CHANGES MADE**

24. (amended) A laminated sheet or film comprising the following (co)extruded layers:

[(1)] a substrate layer comprising - based on the sum of the amounts of the following components A and B and, if used, C and/or D, which totals 100% by weight -

[a] 1 - 99% by weight component A, which is of a graft copolymer of

[a1] 1 - 99% by weight of a particulate graft base A1 comprising the following monomers:

[a11] 80 - 99.99% by weight of at least one C<sub>1-8</sub>-alkyl ester of acrylic acid as component A11;

[a12] 0.01 -20% by weight of at least one polyfunctional crosslinking monomer as component A12;

[a2] 1 - 99% by weight of a graft A2 comprising the following monomers, based on A2:

[a21] 40 - 100% by weight of units of styrene, a substituted styrene or a (meth)acrylate, or mixtures thereof, as component A21 and

[a22] up to 60% by weight of units of acrylonitrile or methacrylonitrile as component A22;

the graft A2 comprising at least one graft shell and the graft copolymer having a mean particle size of 50 - 1000 nm[.];



[as component A,]

[b] 1 - 99% by weight of component B, which is a copolymer of

[b1] 40 - 100% by weight of units of styrene, a substituted styrene or a (meth)acrylate, or mixtures thereof, as component B1, and

[b2] up to 60% by weight of acrylonitrile or methacrylonitrile as component B2  
[.] ;

[as component B,]

[c] 0 - 80% by weight of component C, which is a polycarbonate [polycarbonates as component C,] ; and

[d] 0 - 50% by weight of component D, which is a fibrous or particulate [fillers] filler or mixtures thereof [as component D,] ;

and

[(3)] a transparent top layer of polymethyl methacrylate.

25. (amended) A laminated sheet or film as defined in claim 24, additionally comprising between the top layer and the substrate layer

[(2)] an (co)extruded interlayer of impact-modified polymethyl methacrylate, polycarbonate or a molding composition of [component (1)] the substrate layer as set forth in claim 24 without polycarbonate, if [component (1)] the substrate layer contains polycarbonate.

27. (amended) A laminated film comprising, in this order, the following

(co)extruded layers:

[(1')] a substrate layer comprising [a molding compound of component (1)] a member selected from the group consisting of components A and B, and optionally C and D, as set forth in claim 24 [,] ; ABS [,] ; polycarbonate [,] ; polybutylene terephthalate [,] ; polyethylene terephthalate [,] ; polyamide [,] ; polyetherimide [,] ; polyether ketone [,] ; polyphenylene sulfide [,] ; and polyphenylene ether or blends thereof, the substrate layer having a layer thickness of from 90 to 990  $\mu\text{m}$ ; and

[(3')] a transparent top layer comprising a member selected from the group consisting of: polymethyl methacrylate [,] ; high-impact polymethyl methacrylate [,] ; ABS [,] ; polycarbonate [,] ; polyethylene terephthalate [,] ; styrene-acrylonitrile copolymers [,] ; polyamide [,] ; and polyether sulfone or polysulfone[,] ; the top layer having a layer thickness of from 10 to 100  $\mu\text{m}$  [,] ;

[it being possible for] the substrate layer [to comprise] comprising special-effect colorants [and comprising them] if the substrate layer and the top layer are composed of polyamide, [and] the overall thickness of the laminated film being from 100 to 1000  $\mu\text{m}$ .

28. (amended) A laminated film as defined in claim 27, additionally comprising between the top layer and the substrate layer

[(2'')] an (co)extruded interlayer of a member selected from the group consisting of:

polymethyl methacrylate [,] ; high-impact polymethyl methacrylate [,] ; ABS [,] ; polycarbonate [,] ; polyethylene terephthalate [,] ; styrene-acrylonitrile copolymers [,] ; polyamide [,] ; polyether sulfone or polysulfone, [which comprises] the interlayer comprising special-effect colorants and [has] having a layer thickness of from 50 to 400  $\mu\text{m}$ .

29. (amended) A laminated film as defined in claim 28, additionally comprising, on the outer surface of the substrate layer,

[(0)] an (co)extruded adhesion layer comprising an adhesion promoter and having a layer thickness of from 5 to 100  $\mu\text{m}$ .

33. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 24, which is backsprayed or back-cast with [component (1)] components A and B, and optionally C and/or D as set forth in claim 24 or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising [component (1)] the substrate layer as set forth in claim 24, or a polyurethane foam.

35. (amended) A laminated sheet or film as defined in claim 24, wherein a transport protection film is applied to the outside of the top layer [(3)].

36. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 25, which is backsprayed or back-cast with [component (1)] the substrate layer as set forth in claim 25 or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising [component (1)] the substrate layer as set forth in

claim 25, or a polyurethane foam.

37. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 31, which is backsprayed or back-cast with [component (1)] the substrate layer [as set forth in claim 31] or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising [component (1)] the substrate layer [as set forth in claim 31], or a polyurethane foam.

38. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 32, which is backsprayed or back-cast with [component (1)] the substrate layer [as set forth in claim 32] or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising [component (1)] the substrate layer [as set forth in claim 32], or a polyurethane foam.

**FULL SET OF CLAIMS**

24. (amended) A laminated sheet or film comprising the following (co)extruded layers:

a substrate layer comprising - based on the sum of the amounts of the following components A and B and, if used, C and/or D, which totals 100% by weight -

1 - 99% by weight component A, which is of a graft copolymer of

1 - 99% by weight of a particulate graft base A1 comprising the following monomers:

80 - 99.99% by weight of at least one C<sub>1-8</sub>-alkyl ester of acrylic acid as component A11;

0.01 -20% by weight of at least one polyfunctional crosslinking monomer as component A12;

1 - 99% by weight of a graft A2 comprising the following monomers, based on A2:

40 - 100% by weight of units of styrene, a substituted styrene or a (meth)acrylate, or mixtures thereof, as component A21 and

up to 60% by weight of units of acrylonitrile or methacrylonitrile as component A22;

the graft A2 comprising at least one graft shell and the graft copolymer having a mean particle size of 50 - 1000 nm[,]

- 1 - 99% by weight of component B, which is a copolymer of
  - 40 - 100% by weight of units of styrene, a substituted styrene or a (meth)acrylate, or mixtures thereof, as component B1, and
  - up to 60% by weight of acrylonitrile or methacrylonitrile as component B2;
- 0 - 80% by weight of component C, which is a polycarbonate; and
- 0 - 50% by weight of component D, which is a fibrous or particulate filler or mixtures thereof;

and

a transparent top layer of polymethyl methacrylate.

25. (amended) A laminated sheet or film as defined in claim 24, additionally comprising between the top layer and the substrate layer

an (co)extruded interlayer of impact-modified polymethyl methacrylate, polycarbonate or a molding composition of the substrate layer as set forth in claim 24 without polycarbonate, if the substrate layer contains polycarbonate.

26. A laminated sheet or film as defined in claim 24, having an overall thickness of from 100  $\mu\text{m}$  to 10 mm.

27. (amended) A laminated film comprising, in this order, the following (co)extruded layers:

a substrate layer comprising a member selected from the group consisting of components A and B, and optionally C and D, as set forth in claim 24; ABS;

polycarbonate; polybutylene terephthalate; polyethylene terephthalate; polyamide; polyetherimide; polyether ketone; polyphenylene sulfide; and polyphenylene ether or blends thereof, the substrate layer having a layer thickness of from 90 to 990  $\mu\text{m}$ ; and

a transparent top layer comprising a member selected from the group consisting of: polymethyl methacrylate; high-impact polymethyl methacrylate; ABS; polycarbonate; polyethylene terephthalate; styrene-acrylonitrile copolymers; polyamide; and polyether sulfone or polysulfone; the top layer having a layer thickness of from 10 to 100  $\mu\text{m}$ ;

the substrate layer comprising special-effect colorants if the substrate layer and the top layer are composed of polyamide, the overall thickness of the laminated film being from 100 to 1000  $\mu\text{m}$ .

28. (amended) A laminated film as defined in claim 27, additionally comprising between the top layer and the substrate layer

an (co)extruded interlayer of a member selected from the group consisting of: polymethyl methacrylate; high-impact polymethyl methacrylate; ABS; polycarbonate; polyethylene terephthalate; styrene-acrylonitrile copolymers; polyamide; polyether sulfone or polysulfone, the interlayer comprising special-effect colorants and having a layer thickness of from 50 to 400  $\mu\text{m}$ .

29. (amended) A laminated film as defined in claim 28, additionally comprising,

on the outer surface of the substrate layer,

an (co)extruded adhesion layer comprising an adhesion promoter and having a layer thickness of from 5 to 100  $\mu\text{m}$ .

30. A laminated sheet or film as defined in claim 24, wherein the ratio of the MFI values of the individual components of the laminated sheet or film is not more than 3:1.

31. A molding comprising a shaped laminated sheet as defined in claim 24.

32. A molding comprising a shaped laminated sheet as defined in claim 25.

34. A molding as defined in claim 31 in the form of an automotive exterior bodywork component.

35. (amended) A laminated sheet or film as defined in claim 24, wherein a transport protection film is applied to the outside of the top layer.

36. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 25, which is backsprayed or back-cast with the substrate layer as set forth in claim 25 or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising the substrate layer as set forth in claim 25, or a polyurethane foam.

37. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 31, which is backsprayed or back-cast with the substrate layer or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising the substrate layer, or a polyurethane foam.



38. (amended) A molding comprising a shaped laminated sheet or film as defined in claim 32, which is backsprayed or back-cast with the substrate layer or with a polyurethane foam, or which is laminated onto a molding comprising the substrate layer, or a polyurethane foam.



7

## Herstellung von Folien und Tafeln nach dem Walzwerkverfahren

H. Breuer

siehe auch S. 206

ATTACHMENT A

### 7.1 Einleitung

Folien (hier Flachfolien im Unterschied zu geblasenen Schlauchfolien) und Tafeln sind bei der Herstellung flachliegende Bahnen, die als Halbzeug aufgewickelt bzw. zu Tafeln oder Platten geschnitten werden.

Man spricht von Flachfolien, solange die Warenbahn noch wickelfähig ist, und das ist je nach Kunststoffart bis etwa 2 mm Foliendicke der Fall. Bei größeren Dicken spricht man von Tafeln. Im unteren Dickenbereich von 0,02 bis 0,2 mm wird die Folie vielfach als Feinfolie bezeichnet [1].

Derartige unverstreckte Folien und Tafeln werden auf Anlagen verschiedener Konzeption hergestellt:

- Gießfolienanlagen, auch als Chill-Roll-Anlagen bekannt, für Folien von 0,02 bis 0,5 mm Dicke,
- Flachfolienanlagen für Folien von 0,2 bis 2 mm Dicke,
- Kalanderanlagen für Folien von 0,05 bis 0,8 (1) mm Dicke,
- ✗ - Tafelextrusionsanlagen für Folien von 0,5 bis 2 mm und Tafeln von 2 bis etwa 25 mm Dicke.

Während die beiden erstgenannten Anlagenarten an anderer Stelle behandelt werden, sind die beiden letztgenannten Gegenstand der folgenden Abschnitte.

Den Kalander- und Tafelextrusionsanlagen gemeinsam ist das Walzwerk, das aber als Kalander oder Glättwerk unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen hat.

Auf Tafelextrusionsanlagen werden verarbeitet: PS, ABS, ASA, SB, PVC, PMMA, PE, PP, PC, CAB und PA, und auf Kalanderanlagen: PVC hart, halbhart und weich [2]. Die Halbzeuge aus diesen Kunststoffen werden umgeformt zu Behältern, Verpackungen, Bechern, Bauelementen im Haus-, Fahrzeug- u. Maschinenbau und verarbeitet zu Möbeln. Dabei können die Folien und Tafeln ein- oder mehrschichtig hergestellt werden mit glatter glänzender oder matter oder mit strukturierter Oberfläche [3]. Die besonderen Bedingungen maschineller und verfahrenstechnischer Art zur rationellen Verarbeitung der genannten Plastomere und die darauf bezogenen Merkmale der Maschinen werden im folgenden beschrieben.

### 7.2 Wesen der Walzwerke

Die Walzwerke in Kalander- und Tafelextrusionsanlagen unterscheiden sich außer durch ihre arteigene Größe auch durch die Anzahl und Anordnung der Walzen, das Walzen-Durchmesser/Längen-Verhältnis, die Betriebsbelastungen, die Temperierung, die Walzenlagerung und -achsbeziehung und den wirtschaftlichen Einsatz.

Kalander und Glättwerk der Tafelextrusionsanlagen haben die Aufgabe, die Plastomerbahn aus der Schmelze heraus zu formen, zu kalibrieren und zu glätten. Unterschiedlich jedoch ist u. a. die Beschickung der Walzwerke und der Zustand der Warenbahn beim Abziehen von der letzten Walze. So unterscheidet man bei den Kalandern

die Verarbeitung auf der Anlage beeinflussenden maschinenseitigen und verfahrenstechnischen Größen voraus [44 bis 55].

Eine einfache Beurteilung der Güte des Herstellprozesses für Folien und Tafeln ist durch Feststellung des Schrumpfes möglich. Der Schrumpf ist nämlich ein Maß für das Rückverformungsverhalten der Folie oder Tafel bei erneuter Erwärmung, z.B. im Tiefziehprozeß [94]. Dazu braucht man das Temperatur- und Abkühlungsprogramm der gesamten Verarbeitung, die Geschwindigkeiten der Warenbahn in allen Teilabschnitten, d.h. z.B. auf den Walzen, zwischen den Walzen, auf den Kühlstrecken, eventuelle Verstreckungsverhältnisse und die temperaturbezogene Verweildauer [1]. Solche Prozeßabläufe sind in Bild 14 und 15 für eine Extrusionskalandieranlage und eine Tafelextrusionsanlage wiedergegeben. Die Temperaturverläufe auf Ober- und Unterseite der Folien und Tafeln während der gesamten Herstellung sind über ein Rechnerprogramm ermittelt worden. Dieses Programm berücksichtigt alle Maschinen- und Verfahrens-Variablen und die Stoffkennwerte der verschiedenen Plastomeren [4].

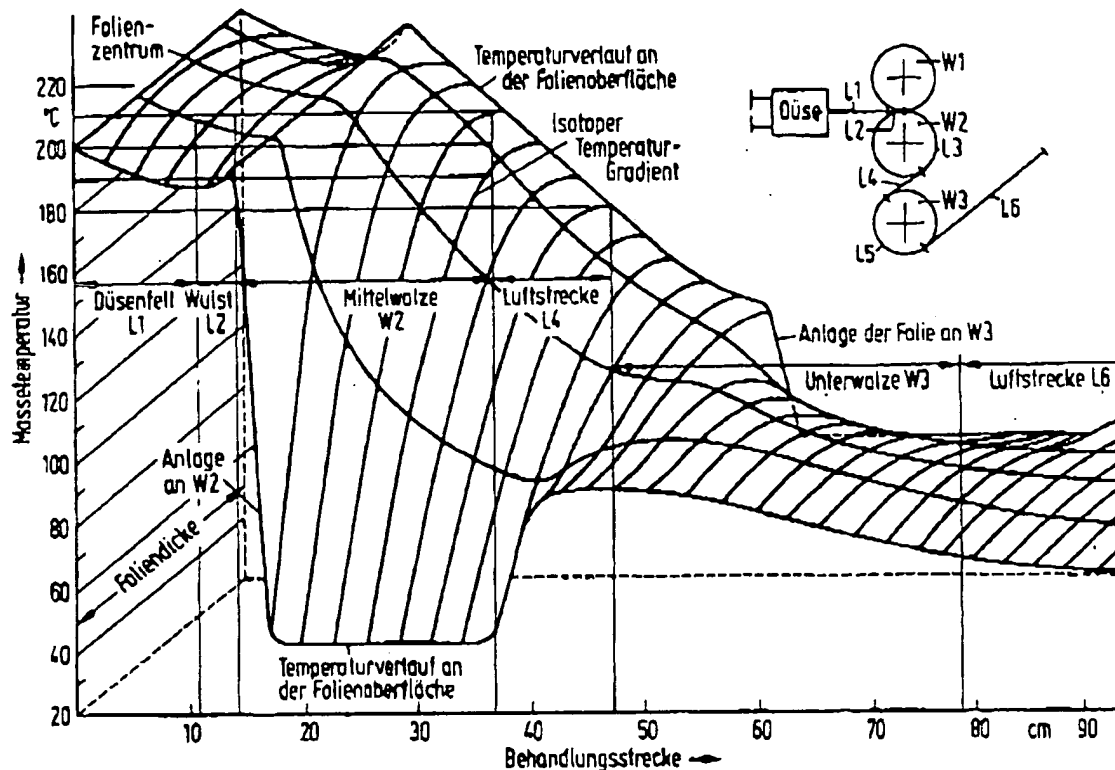


Bild 15. Temperaturverlauf auf und in einer 2 mm dicken PS-Folie während ihrer Herstellung auf der Extrusionsanlage ( $m = 560 \text{ kg/h}$ , Folienbreite 1170 mm, Walzen- $\varnothing$  400 mm)

Die Verfahrensunterschiede zwischen der Kalandrierung und dem Walzen auf dem Glättwerk werden aus dem Vergleich dieser beiden Abbildungen deutlich. Ebenso erkennt man den großen Temperatur-Gradienten in der Folie bzw. Tafel infolge der intensiven Kühlung auf den Glättwerkswalzen.

Das Temperatur-Zeitverhältnis bestimmt das Relaxationsverhalten der Plastomere, aus dem letztlich der verbleibende Schrumpf resultiert [4, 5, 55].

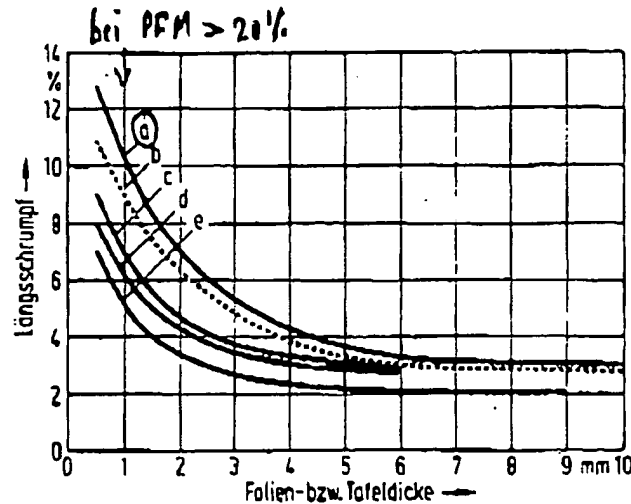
In Bild 16 ist für den Folien- bzw. Tafeldickenbereich von 0,5 bis 10 mm der auf Tafelextrusionsanlagen üblicherweise in die Warenbahn eingebrachte Schrumpf wiedergegeben. Die Produktionsmengen in  $\text{kg/h}$  sind dort ebenfalls aufgeführt. Ein weiteres Qualitätsmerkmal ist die Dickenverteilung über der Folien- bzw. Tafeloberfläche [51]. Neben der mechanischen Abtastung mit Handgeräten gibt es automatisch arbeitende Geräte. Diese auf den

Verarbeitungsanlagen hinter den Walzwerken quer hin- und herlaufenden Meßeinrichtungen arbeiten mit Durchschallung (Ultraschall) oder Durchstrahlung (Isotopen) der Warenbahn. Das über der Breite aufgenommene Dickenprofil wird fortlaufend meist auf Linienschreibern registriert.

Im Bestreben, den Betrieb von Tafelextrusionsanlagen zu automatisieren, werden schon Anlagen angeboten, bei denen die gemessene Dickenabweichung automatisch eine Dickenkorrektur an der Breitschlitzdüse durch Verstellen des Staubalkens und/oder der Lippe einleitet [56, 57].

Bild 16. Längsschrumpf in Folien und Tafeln, hergestellt auf der Tafelextrusionsanlage

- a) ABS ( $\dot{m} = 600$  bis  $800$  kg/h)
- b) PSB ( $\dot{m} = 600$  bis  $800$  kg/h)
- c) PVC hart ( $\dot{m} = 400$  bis  $600$  kg/h)
- d) ABS-PVC-Copolymer ( $\dot{m} = 500$  bis  $600$  kg/h)
- e) PVC weich ( $\dot{m} = 700$  bis  $900$  kg/h)



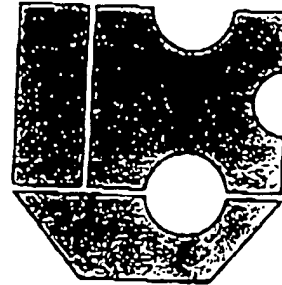
im  $\dot{m} > 2\%$

### 7.3.5 Anwendungsgebiete der Folien und Tafeln

Auf die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten und besonderen Merkmale der kalandrierten Folien und extrudierten Folien und Tafeln wird in folgender Übersicht hingewiesen [31, 58, 94, 99, 112]:

Kunststoff	Verarb.-maschine	Dicke [mm]	Zustand	Erscheinungsbild	Anwendung
PVC hart	Kalandrier	0,03 bis 0,12	ungereckt	transpar. o. opak glatt o. geprägt	Abdeckungen, Abtrennungen, Kaschierungen, Isolierungen
		0,035 bis 0,07	gereckt	transpar. o. opak	Klebeband
		0,025 bis 0,08	gering gereckt	glasklar	Banderolen, Einschläge, Beutel
		0,1 bis 0,5	ungereckt	glasklar	Deckel, Becher, Blister
		0,1 bis 0,2	tiefziehfähig	braun gefärbt	Pralineneinsätze
		0,25 bis 1,2	ungereckt	opak, beidseit. matt	Becher, Feinkost- u. Fettverpackungen
		0,15 bis 0,25	tiefziehfähig	o. einseit. glänzend	Schrift-Prägeband
LDPE	Kalandrier	0,05 bis 0,2	ungereckt mit Weißbruch	farbig gedeckt	
		0,05 bis 0,2	hochschlagf. geringe Spannungsrisikokorrosion	naturfarben	Einstecksäcke, Elektroisolation
		0,07 bis 0,1	silikonbeschichtet	farbig gedeckt	Abdeck- u. Trennfolie für Heftpflaster u. Dekor.-Folie
		0,04 bis 0,2	ungereckt	geprägt o. glatt	Wickelfolie

ATTACHMENT B



SCHRIFTENREIHE  
UMDRUCK

BEST AVAILABLE COPY

RECEIVED  
MAY 10 2001  
TC 1700 MAIL ROOM

W. MICHAELI  
KUNSTSTOFFVERARBEITUNG III

MOLEKÜLORIENTIERUNGEN IN KUNSTSTOFFEN  
UND DEREN GEZIELTE NUTZUNG

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG AN DER RWTH AACHEN  
LEITER: PROF. DR.-ING. W. MICHAELI · PONTSTRASSE 49 · D-5100 AACHEN

In der Schriftenreihe sind erschienen:

Umdruck  
Kunststoffverarbeitung II

Umdruck  
Kunststoffverarbeitung III

1. Temperatenausgleichsvorgänge in Kunststoffen
2. Eigenschaften und Qualität von Spritzgießteilen
3. Konstruktion von Spritzgießteilen
4. Molekülorientierungen in Kunststoffen und deren gezielte Nutzung
5. Mit Longfasern verstärkte Kunststoffe
6. Schäumen von Kunststoffen
7. Maschinen und Anlagen zur Fertigung von Schaumkunststoffen
8. Grundlagen der Steuerung und Regelung von Kunststoffverarbeitungsprozessen
9. Qualitätskontrolle in der Kunststoffverarbeitung
10. Werkzeugauslegung mittels CAD am Beispiel des Spritzgießprozesses
11. Recycling von Spritzgießteilen

alter ab 1550

Alle Angaben und Abbildungen in dieser Schriftenreihe basieren auf dem Stand unserer Erkenntnisse und Erfahrungen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung.  
Eine Gewähr für den Inhalt wird nicht übernommen. Nachdruck (auch auszugsweise) ist nur nach Genehmigung gestattet.

Herausgeber: Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen · Tel.: (02 41) 80 38 06

BEST AVAILABLE COPY

## INHALT

- 4. Molekülorientierungen in Kunststoffen und deren gezielte Nutzung
  - 4.1 Bestimmung von Orientierungen von Makromolekülen
    - 4.1.1 Schrumpfmessungen
    - 4.1.2 Polarisationsoptische Nachweismethoden für Molekül- und Kristallorientierungen
  - 4.2 Relaxation und Retardation
  - 4.3 Gesetzmäßigkeiten der Orientierung und Desorientierung
  - 4.4 Temperaturbeständigkeit
  - 4.5 Druckabhängigkeit der Relaxationszeiten
  - 4.6 Abschätzende Nutzenanwendung
  - 4.7 Verhalten von Schmelzen
  - 4.8 Gezielte Nutzung von Orientierungen
    - 4.8.1 Grundlagen
    - 4.8.2 Verstrecken von Folien
      - 4.8.2.1 Herstellen von Schrumpffolien aus hochmolekularem PE niedriger Dichte
      - 4.8.2.2 Herstellen von seidenpapierähnlichen Blasfolien aus hochmolekularem Polyethylen hoher Dichte
      - 4.8.2.3 Biaxial verstreckte Flachfolien
      - 4.8.2.4 Biaxial verstreckte Hohlkörper
    - 4.8.3 Thermoformen
    - 4.8.4 Spritzgießen von LC-Polymeren

## Autoren:

S. Ott  
M. Küppers

- lediglich zur NNN nr - Jalousie-Abgabe -

#### 4. MOLEKÜLORIENTIERUNG IN KUNSTSTOFFEN UND DEREN GEZIELTE NUTZUNG

Die physikalischen Eigenschaften von Kunststoffprodukten werden wesentlich von Orientierungszustand ihrer Makromoleküle beeinflusst; z.B. tritt als Folge makroskopischer Orientierungen eine für technische Anwendungen wichtige Anisotropie von Materialeigenschaften auf. Besonders eindrucksvoll macht sich dieses Phänomen beispielsweise bei den für Extrusionsprodukte interessanten Eigenschaften Schrumpf und Zugfestigkeit sowie Reißdehnung bemerkbar.

Orientierungen kann man als Ausbildung einer Vorzugsrichtung einerseits einzelner Makromoleküle ohne Ausbildung einer Ordnung über größere Bereiche, andererseits ganzer Kristallite definieren. Molekülerorientierungen treten in der Regel durch Deformation der Polymerschmelze beim Fließen, und zwar durch Längsverstreckung und durch Scherung auf. Bei praktisch allen Kunststoffverarbeitungsprozessen, bei denen Kunststoffe aufgeschmolzen und verformt werden, treten Molekülerorientierungen auf. Sie können je nach Verarbeitungstemperatur anschließend zum Teil wieder relaxieren, ehe sie mit dem Unterschreiten der Erweichungstemperatur im Formteil eingefroren werden. Besonders beim Spritzgießen ist mit örtlich stark unterschiedlichen Orientierungen zu rechnen, weil hier bei der Formgebung besonders hohe Deformationen und Deformationsgeschwindigkeiten bei großen Abkühlgradienten vorliegen (siehe auch Kapitel 2). Kristallorientierungen werden demgegenüber in der Regel durch Verstreckung eines Vorproduktes oder Halbzeuges unterhalb der Kristallisationstemperatur erzeugt.

##### 4.1 Bestimmung von Orientierungen von Makromolekülen

Orientierungen können durch verschiedene Meßmethoden nachgewiesen werden, z.B. durch Analyse der Röntgenstreuung, mit Hilfe der Polarisationsoptik oder indirekt durch Bestimmung der mechanischen Anisotropie und bei amorphen Kunststoffen durch Schrumpfmessungen /1/. Auf zwei dieser Verfahren soll hier kurz eingegangen werden.

##### 4.1.1 Schrumpfmessungen

Schrumpfuntersuchungen ermöglichen eine indirekte Aussage über den Orientierungszustand einer amorphen Probe. Eine Vorausberechnung der mechanischen Eigenschaften über den Schrumpf hat sich jedoch als nicht durchführbar erwiesen /2/.

Bei den vorliegenden Untersuchungen, die im IKV an amorphen Thermoplasten durchgeführt wurden, wurde stets die reversible, entropieelastische Dehnung beim Schrumpfversuch gemessen. Im Gegensatz zum Schrumpf  $S$  ist die Längenänderung bei der Dehnung nicht auf die Ausgangslänge  $l_0$  vor dem Schrumpfen, sondern auf die Länge  $l_0$  der orientierungsfreien Probe nach vollständigem Schrumpf bezogen. Dieser Wert erlaubt bessere Vergleiche mit Festigkeitsuntersuchungen. Per Definition gilt: